

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-293407

(43)Date of publication of application : 26.10.1999

(51)Int.Cl.

C22C 38/00

C22C 38/14

F16G 5/16

(21)Application number : 10-120037

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 14.04.1998

(72)Inventor : ONO TAKEHIRO  
ISHIHARA MAKOTO  
MISHIMA SETSUO

## (54) MARAGING STEEL STRIP

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a maraging steel strip excellent in fatigue strength with the acceptance of the presence of inclusions to some degree.

SOLUTION: In the case the diameter of a circle outwardly connected with Ti series inclusions observed in the cross section of the structure is defined as Dmax and the diameter of a circle inwardly connected with them is defined as Dmin, Dmax is regulated to  $\leq 8 \mu\text{m}$ , and as for the existing Ti series inclusions of 8 to  $2 \mu\text{m}$  Dmax, the ratio of Dmin/Dmax is regulated to  $\geq 0.75$ . Preferably, the content of N is regulated to  $\leq 13 \text{ ppm}$ , and the content of C is regulated to  $\leq 0.01\%$ , and more preferably, the content of N is regulated to  $\leq 9 \text{ ppm}$ , and the content of C is regulated to  $\leq 0.006\%$ .

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.11.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3690774

[Date of registration] 24.06.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-19045

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 26.11.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-293407

(43) 公開日 平成11年(1999)10月26日

(51) IntCl. <sup>4</sup>	識別記号	F I
C 2 2 C 38/00	3 0 2	C 2 2 C 38/00
38/14		38/14
F 1 6 G 5/16		F 1 6 G 5/16

3 0 2 N

B

審査請求 有 請求項の数 3 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-120037

(22) 出願日 平成10年(1998)4月14日

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 大野 文博

島根県安来市安来町2107番地2 日立金属

株式会社冶金研究所内

(72) 発明者 石原 誠

島根県安来市安来町2107番地2 日立金属

株式会社冶金研究所内

(72) 発明者 三嶋 節夫

島根県安来市安来町2107番地2 日立金属

株式会社安来工場内

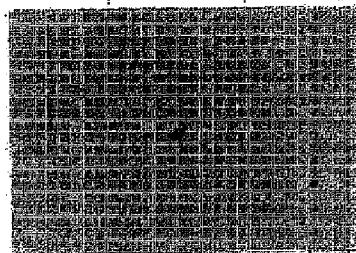
(54) 【発明の名称】 マルエージング鋼帯

(57) 【要約】

【課題】 介在物の存在を有る程度容認した上で、疲労強度特性の優れたマルエージング鋼帯を提供する。

【解決手段】 本発明は、組織断面で観察されるTi系介在物に外接する円の直径を $D_{max}$ 、内接する円の直径を $D_{min}$ としたとき、 $D_{max}$ が $8\mu m$ 以下であり、かつ存在する $D_{max} 8 \sim 2\mu m$ のTi系介在物は、 $D_{min}/D_{max}$ が0.75以上であるマルエージング鋼帯である。より好ましくは、N量が13ppm以下、C量が0.01%以下とし、さらに望ましくは、N量が9ppm以下、C量が0.006%以下である。

図面代用写真



(×800)

10 μm

【特許請求の範囲】

【請求項1】 組織断面で観察されるTi系介在物に外接する円の直径を $D_{max}$ 、内接する円の直径を $D_{min}$ としたとき、 $D_{max}$ が $8\mu m$ 以下であり、かつ存在する $D_{max} \times 8 \sim 2\mu m$ のTi系介在物は、 $D_{min}/D_{max}$ が0.75以上であることを特徴とするマルエージング鋼帯。

【請求項2】 N量が13ppm以下、C量が0.01%以下であることを特徴とする請求項1に記載のマルエージング鋼帯。

【請求項3】 N量が9ppm以下、C量が0.006%以下であることを特徴とする請求項1または2に記載のマルエージング鋼帯。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、自動車のベルト式無段変速機のベルトなどに用いられるマルエージング鋼帯に関するものである。

【0002】

【従来の技術】無段変速機用のベルトはいわゆるスチールベルトとして知られ、圧延で1mm以下の厚さの薄板に成形されて使用される。このスチールベルトには極めて高い疲労強度と靱性が要求されるために、マルエージング鋼が多く使用されてきた。ところで、マルエージング鋼のような高強度鋼の場合、介在物の存在が疲労強度に大きく影響を及ぼす。すなわち、大きな介在物が疲労破壊の起点となることがよく知られている。マルエージング鋼にはTiが必須元素として含まれているために、不可避免的に存在するCおよび/あるいはガス成分であるNと結合して比較的大きなTiC、TiNあるいはTi(C, N)のTi系介在物が形成されやすい。そのため、従来は介在物を低減して疲労強度を改善するため、介在物の原点となるガス成分や炭素量を低減する方策が採用されてきた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】近年、スチールベルトに要求される疲労強度レベルはますます高くなり、また品質の安定性も要求されている。一方、このような要求に加えてコストの低減の要求も極めて厳しいものがある。したがって、実験室レベルにおいて得られる高纯净度のマルエージング鋼では、量産するには高価になりすぎ現実的ではない。本発明の目的は、介在物の存在を有る程度容認した上で、疲労強度特性の優れたマルエージング鋼帯を提供することである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者は、マルエージング鋼に含有されるTiとCおよび/またはNとが結合したTi系介在物は、通常立方体形状となるため、化合物の角部がノッチ効果を持ち、無段変速機用のスチールベルトの如き、圧縮応力と引張応力が絶えず変化して不

可される部材にとって、疲労の起点になりやすいことを見いだした。そして、本発明者は、鋭意検討の結果、疲労強度に悪影響を及ぼす立方体形状の介在物の形態を、ノッチ効果の少ない球形に近づけることが可能であることを見だし、本発明に到達した。

【0005】即ち本発明は、組織断面で観察されるTi系介在物に外接する円の直径を $D_{max}$ 、内接する円の直径を $D_{min}$ としたとき、 $D_{max}$ が $8\mu m$ 以下であり、かつ存在する $D_{max} \times 8 \sim 2\mu m$ のTi系介在物は、 $D_{min}/D_{max}$ が0.75以上であるマルエージング鋼帯である。より好ましくは、N量が13ppm以下、C量が0.01%以下とし、さらに望ましくは、N量が9ppm以下、C量が0.006%以下である。

【0006】

【発明の実施の形態】本発明の最大の特徴の一つは、マルエージング鋼帯の疲労強度低下の一因とする立方体形状のTi系介在物を、疲労強度の低下の要因になりにくい球状の介在物に制御したことである。本発明においては、 $D_{max}$ が $8\mu m$ を超えるほど大きな介在物が存在すると、疲労強度の絶対値が低下しすぎて鋼帯として好ましくないため、 $D_{max}$ を $8\mu m$ 以下と規定した。一方 $D_{max}$ が $2\mu m$ 以上のTi系介在物が全くない組織においては、介在物が微細すぎて介在物の形状の疲労強度への依存性が不明瞭となり、介在物の形態を制御する必要性が少なくなること、不純物の制御に多大コストがかかることを理由として本発明の範囲外とする。

【0007】本発明においては、Ti系介在物が球状であり疲労強度の向上が認められる範囲として、 $D_{max} \times 8 \sim 2\mu m$ の介在物は $D_{min}/D_{max}$ が0.75以上であると規定した。マルエージング鋼帯のもっとも主要な介在物であるTiC、TiNあるいはTi(C, N)のTi系介在物の大きさ、形状をコントロールする具体的な手段としては、例えばN、C量を有る程度以下に制限することおよび溶解、铸造によりインゴットを製作する際の凝固速度を速くすることが有効である。

【0008】たとえば、N、C量であるが、N量が多いと溶鋼中でTi系介在物が形成される温度（晶出温度）が高くなり、溶鋼中あるいは凝固中にTi系介在物が成長し大きな立方体形状を形成する。これを防ぐにはN量を13ppm以下、望ましくは9ppm以下に抑えることが好ましい。さらにC量が多いと晶出温度はN量が多くなった時ほどには大きくは変わらないが、若干高くなるため、Ti系介在物が大きくなると共に、その量も多くなり、疲労強度を低下させる原因になる。従ってCは0.01%以下、望ましくは0.006%以下にする必要がある。

【0009】また、凝固速度であるが、本発明者らの検討では凝固速度が非常に速い場合はN量が20ppm程度と高くても大きなTi系介在物は形成されない。これは高温でTi系介在物が形成されても凝固速度が速いた

めにそれが大きく成長しないためと思われる。N量の低減はコスト増になるため、N量を5ppm以上として凝固速度を調整して介在物の形態を制御することが好ましい。実際の製造条件では、N、C量および他の元素量との相互作用あるいはインゴットを製造する際のマス効果に起因する局所的な凝固速度の違いにより、組織は変化するため、本発明においては、製造条件の数値的な限定は行わない。本発明の用途の一つである無段変速機用のベルトは、マルエージング鋼に窒化処理やNiメッキ処理等の表面処理を施して使用する場合が多い。本発明のマルエージング鋼帯も窒化処理等の後処理を行うベルトを当然含むものである。

【0010】

(Wt%, [ ] はppm)														
No	C	Si	Mn	P	S	Ni	Mo	Co	Al	Ti	B	Fe	鋼種	備考
1	0.004	0.02	0.03	0.001	0.001	18.42	4.92	8.15	0.11	0.46	9	Bal	金型	本発明
2	0.003	0.02	0.04	0.002	0.001	18.51	4.71	7.82	0.09	0.47	7	Bal	ロストワックス型	"
3	0.004	0.01	0.02	0.002	0.001	18.61	4.88	7.93	0.09	0.53	26	Bal	金型	"
4	0.006	0.03	0.02	0.002	0.002	18.32	5.03	8.12	0.12	0.41	20	Bal	ロストワックス型	比較例
5	0.003	0.02	0.03	0.002	0.001	18.66	4.75	7.85	0.10	0.50	13	Bal	保型金型	"

【0012】得られたマルエージング鋼帯から、ベルトにかかる繰返し曲げを想定した疲労強度を求めるため、100mm×9.6mmの短冊状に10サンプル切り出し、曲げ角度10度、支点間距離50mm、回転数1000rpmで板バネ疲労試験を行なった時の10の7乗回の疲労強度を求めた。結果を表2に示す。また、得られたマルエージング鋼帯の金属組織を800倍で観察した。図1～図4に表1に対応する試料Noで得られ

【実施例】表1に示す組成の鋼を真空中で溶解、鋳造し10kgのインゴットを作製した。ここで、凝固速度の影響を見るため、金型に鋳造したもの（凝固速度が速い）とロストワックス型に鋳造したもの（凝固速度が遅い）および金型と断熱材で巻いて保温したもの（凝固速度は前二者の中間）を用意した。これらを1280℃×20時間のソーキングを行い次いで、熱間鍛造と熱間圧延により、20mm×70mmの板状にした後、820℃×1hの固溶化処理を行なった。その後、冷間圧延により、板厚0.5mmに仕上げ、次いで820℃×1hの固溶化処理と480℃×5hの時効処理を行った。

【0011】

【表1】

たマルエージング鋼帯で観察された介在物のうち、比較的大きい介在物の代表例を示す。図示するのはいずれもTi系の介在物である。また表2にDmaxの最大値、ならびにDmaxが2～8μmの介在物のDmin/Dmaxの最小値を示す。

【0013】

【表2】

No	10 <sup>7</sup> 回疲労強度 (MPa)	Dmaxの最大値 (μm)	Dmin/Dmax	鋼種	備考
1	739	3	0.86	金型	本発明
2	708	5	0.80	ロストワックス型	"
3	721	3	0.88	金型	"
4	639	10	0.83	ロストワックス型	比較例
5	671	5	0.80	保型金型	"

【0014】本発明のマルエージング鋼帯である試料1ないし3の、介在物の大きさDmaxの最大値はいずれも5μm以下であり、板バネ疲労試験による10の7乗回の疲労強度は大きな立方体形状の介在物を有する比較例4より10%以上高い。本発明の試料の内、介在物が比較的大きい試料No. 2においても介在物は矩形ではなく、同様の大きさで矩形の介在物を有する比較例No. 5と比較すると疲労強度が高められたことがわかる。一方、断面矩形の大きな介在物が存在する比較例の試料No. 4は、本発明の試料1～3に比べて明らかに板バネ疲労試験による疲労強度が劣化していることがわかる。

【0015】

【発明の効果】本発明によれば、マルエージング鋼の疲

労強度を大幅に改善することができ、より高性能の無段変速機用のベルトの実用化にとって欠くことのできない技術となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマルエージング鋼帯の金属マイクロ組織における介在物を示す写真である。

【図2】本発明のマルエージング鋼帯の金属マイクロ組織における介在物の別の例を示す写真である。

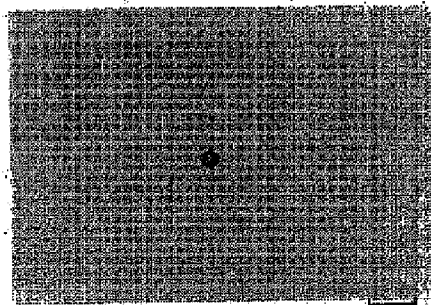
【図3】本発明のマルエージング鋼帯の金属マイクロ組織における介在物の別の例を示す写真である。

【図4】比較例のマルエージング鋼帯の金属マイクロ組織における介在物を示す写真である。

【図5】比較例のマルエージング鋼帯の金属マイクロ組織における介在物を示す写真である。

【图1】

图面代用写真

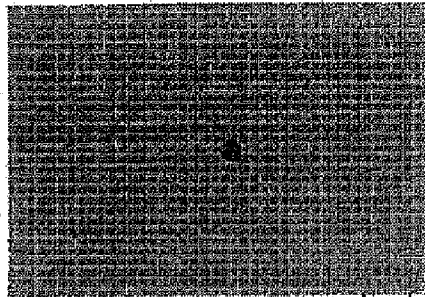


(×800)

10  $\mu$ m

【图2】

图面代用写真

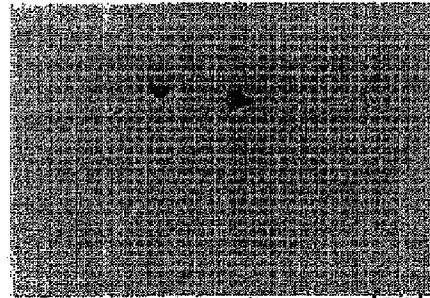


(×800)

10  $\mu$ m

【図3】

図面代用写真

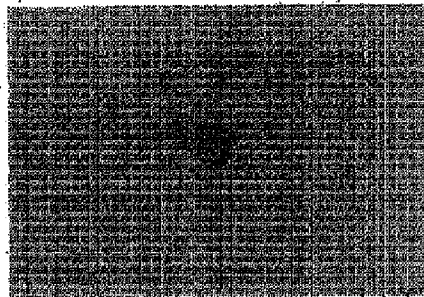


(×800)

10  $\mu$ m

【図4】

図面代用写真

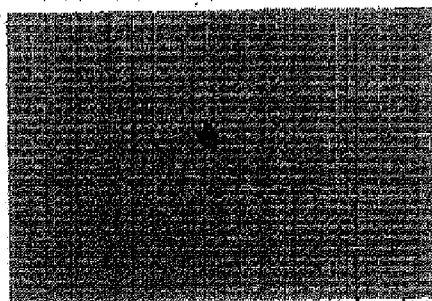


(×800)

10  $\mu$ m

【图5】

画面代用写真



(×800)

10  $\mu$ m